

# **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ТЕМПЕРАТУРНО – ВРЕМЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УДЕЛЬНУЮ ЭЛЕКТРОПРОВОДИМОСТЬ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОФИЛЕЙ ИЗ СПЛАВА МАРКИ В950ЧТ2**

***А.И. Шигапов***

*Руководитель – доктор технических наук Ильинкова Т.А.*

Казанский национальный исследовательский технический университет

им. А.Н. Туполева

**almaz-shigapov@mail.ru**

Осуществлен выбор методов и проведена имитация разупрочнения длинномерных алюминиевых профилей. Определены корреляционные связи между прочностью и удельной электропроводимостью имитационных образцов и определены границы допускаемого увеличения удельной электропроводимости алюминиевых профилей.

В современном авиастроении к алюминиевым сплавам для силовых конструкций самолетов, предъявляются особые, постоянно растущие требования. Они вытекают из того, что сплавы должны быть рассчитаны на длительные сроки эксплуатации: 20 – 30 и более лет, обеспечивая при этом надежность и работоспособность конструкции, сравнительную простоту изготовления изделий и полуфабрикатов больших размеров. Увеличение размеров полуфабрикатов ведет к необходимости совершенствования технологических операций изготовления полуфабрикатов и изготовления деталей из них.

Одним из дефектов, присущих крупногабаритным алюминиевым деталям, являются участки с пониженными механическими свойствами. Локальное разупрочнение длинномерных деталей из алюминиевых сплавов, выявляемое после анодного оксидирования (анодирования) в виде темных пятен, является признаком распада пересыщенного твердого раствора, который может быть обусловлен различными причинами технологического характера [1].

Основным показателем качества термической обработки алюминиевых сплавов является прочностные характеристики, получаемые при испытании на растяжение. Однако процесс анодирования деталей проводят на заключительных этапах изготовления деталей, и соответственно участки с разупрочнением выявляются на практически готовых деталях. В связи с этим, для контроля степени разупрочнения в темных по отношению к остальной поверхности участках детали, привлекательно использовать неразрушающие методы контроля, в частности вихретоковый метод измерения удельной электропроводимости ( $\gamma$ ). Как показывает анализ ранее проводимых работ [2], на связь между  $\gamma$  и прочностными свойствами влияет

много технологических факторов, поэтому корреляционные зависимости типа  $\sigma_b - \gamma$  следует строго привязывать к виду полуфабриката и условиям его термической обработки.

В связи с этим целью данной работы является определение влияния различных видов температурно-временного воздействия на прочность и удельную электропроводность отдельно взятого серийного сплава.

Объектом исследования выбраны длинномерные профили ПК 5045-10 из сплава марки В95оч, термообработанных по режиму Т2 семи плавов. На деталях и полуфабрикатах из этого сплава наиболее часто выявляются темные пятна в процессе производства.

Для имитации появления темных пятен, материал подвергли:

1. Кратковременному нагреву на разные температуры с выдержкой по 30 минут. Температуры нагрева, °С: 200; 210; 220; 230; 240; 250; 300.
2. Длительному нагреву при температуре 150°С, с временем выдержки - 50; 100; 150; 200 часов, а также при температуре 200°С - 0,5; 1; 2; 3 часа.
3. Снижению скорости закалки путем увеличения времени переноса образцов профиля из печи нагрева в закалочный бак. Время переноса - 10; 20; 30; 40; 50; 60; 80; 100; 120; 180; 240; 300 секунд.

Далее образцы подвергли анодному оксидированию (анодированию) в заводских условиях согласно инструкции № 265-72 ВИАМ [3]. После чего, на каждом образце, подвергнутом температурно-временному воздействию, вихретоковым методом по ГОСТ 27333-87 [4] прибором ВЭ-27НЦ определено значение  $\gamma$ . Далее из заготовок вырезали стандартные образцы типа III по ГОСТ 1497-84 [5] на которых определяли механические характеристики (временное сопротивление разрыву  $\sigma_b$ , предел текучести  $\sigma_{0,2}$  и относительное удлинение  $\delta$  по результатам испытаний на растяжение.

С помощью компьютерной программы Excel для каждой плавки и вида температурно-временного воздействия были построены графики зависимости:  $\sigma_b - \gamma$ , и определены аппроксимирующие уравнения, по которым в свою очередь были установлены граничные значения удельной электропроводности, соответствующие допустимому нижнему значению  $\sigma_b$  согласно ТУ, равному 51 кгс/мм<sup>2</sup> (таблица 2).

По полученным результатам видно, что температурно – временное воздействие различного характера приводит к увеличению  $\gamma$ . При этом разница полученных значений  $\gamma$  при определенном виде воздействия связано с химическим составом сплава. Соответственно можно сделать вывод, что изменение химического состава профиля даже внутри его марочного состава при разупрочнении приводит к существенному изменению значения  $\gamma$ .

Таблица 2. Значения  $\gamma$ , МСм/м

Усл. номер плавки	Нормальная термообработка по режиму T2	Кратк овременн ый нагрев	Длительн ый нагрев при 150 <sup>0</sup> С	Длитель ный нагрев при 200 <sup>0</sup> С	Длительн ый перенос
1	21,0	22,6	23,0	22,7	23,0
2	21,1	22,7	23,2	22,7	22,9
3	21,2	22,4	22,9	22,7	22,5
4	21,0	22,4	23,0	22,5	22,2
5	21,1	22,5	23,3	22,7	22,7
6	21,3	22,9	23,5	22,9	23,1
7	21,3	22,7	23,4	22,6	22,7

Полученные результаты позволяют утверждать, что для определения степени разупрочнения деталей из алюминиевых сплавов вихретоковым методом путем замера удельной электропроводимости, необходимо установить этап технологического процесса, на котором оно произошло. Далее необходимо на образцах из материала той же плавки (желательно если это будет темплет от того же полуфабриката, из которой изготовлена деталь), произвести имитацию условий, максимально соответствующих реальным условиям появления участков с разупрочнением на детали в процессе производства. После чего по полученным корреляционным значениям можно будет максимально точно судить о степени разупрочнения боевой детали.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Цукров С.Л. «Развитие технологии закалки полуфабрикатов из алюминиевых сплавов. В сб. «Перспективные технологии закалки полуфабрикатов из алюминиевых сплавов». с. 323-338, ч.3. Металловедение. Технология литья и обработки давлением. М. Физматлит, 2006, 432 с.
2. Телешов В.В. Использование электрических свойств в областях металловедения, термической обработки и контроля полуфабрикатов из деформируемых алюминиевых сплавов. (Обзор литературы за 1972-2000г.г.)// Технология легких сплавов. 2001, №3, с. 52-78.
3. Инструкция № 265-72. Анодное оксидирования алюминиевых сплавов.
4. ГОСТ 27333-87. Контроль неразрушающий. Измерение удельной электрической проводимости цветных металлов вихретоковым методом.
5. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение.